

Вплив внутрішньочеревного тиску на газообмін і механіку дихання у пацієнтів з морбідним ожирінням під час проведення штучної вентиляції легенів

А. П. Мазур, О. В. Винниченко

Національний інститут хірургії та трансплантології імені О. О. Шалімова НАМН України, м. Київ

The impact of intraabdominal pressure on the gas-exchange and mechanics of respiration in patients, suffering morbid obesity, while conduction of artificial pulmonary ventilation

A. P. Mazur, O. V. Vynnychenko

Shalimov National Institute of Surgery and Transplantology, Kyiv

Реферат

Мета. Покращити результати штучної вентиляції легенів у пацієнтів з морбідним ожирінням.

Матеріали і методи. До даного дослідження залучено 81 хворого, якому виконали бариатричні лапаротомні операції. Під час оперативного втручання контролювали рівень внутрішньочеревного тиску (ВЧТ), парціальне напруження кисню в артеріальній крові (PaO_2), середній артеріальний тиск (САТ) та розраховували абдомінальний перфузійний тиск (АПТ). Визначали залежність між АПТ та PaO_2 .

Результати. У пацієнтів після інтубації рівень PaO_2 становив у середньому ($86,9 \pm 24,1$) мм рт. ст., після лапаротомії – ($121,3 \pm 25,2$) мм рт. ст., після ушивання черевної порожнини – від 60,7 до 92 мм рт. ст., у середньому ($69,8 \pm 9,7$) мм рт. ст. До розкриття черевної порожнини рівень ВЧТ становив у середньому ($18,3 \pm 1,8$) мм рт. ст., після лапаротомії знизився в середньому до ($15,1 \pm 2,5$) мм рт. ст., після ушивання черевної порожнини збільшився відносно вихідного рівня до ($21,3 \pm 2,4$) мм рт. ст. Існує пряма пропорційна залежність між рівнем АПТ і PaO_2 ($\rho = 0,01$, $p < 0,05$).

Висновки. Рівень PaO_2 прямо пропорційно залежить від рівня АПТ. ВЧТ у пацієнтів з морбідним ожирінням є одним із факторів розвитку гіпоксемії в інтраопераційному періоді.

Ключові слова: морбідне ожиріння; штучна вентиляція легенів; внутрішньочеревний тиск; абдомінальний перфузійний тиск; гіпоксемія.

Abstract

Objective. To improve the results of artificial pulmonary ventilation in patients, suffering morbid obesity.

Materials and methods. For this investigation 81 patients were included, in whom bariatric operations, using open surgical access, were performed. While the operative intervention doing the intraabdominal pressure level (IPL) was monitored, as well as partial tension of oxygen in arterial blood (PaO_2), median arterial pressure (MAP), and the abdominal perfusion pressure (APP) calculated. Dependence between APP and PaO_2 was determined.

Results. After intubation the level of PaO_2 have constituted in the patients ($86,9 \pm 24,1$) mm Hg at average, after performance of laparotomy – ($121,3 \pm 25,2$) mm Hg, after closure of the abdominal cavity – from 60,7 to 92 mm Hg, ($69,8 \pm 9,7$) mm Hg at average. The IPL before the abdominal cavity opening have constituted ($18,3 \pm 1,8$) mm Hg at average, after performance of laparotomy it have lowered down to $15,1 \pm 2,5$ mm Hg at average, and after the abdominal cavity closure it have raised up from the initial level to ($21,3 \pm 2,4$) mm Hg. Direct proportional dependence exists between the APP level and PaO_2 ($\rho = 0,01$, $p < 0,05$).

Conclusion. The PaO_2 level depends directly proportionally on the APP level. IPL in patients, suffering morbid obesity, constitutes one of the factors for the intraoperative hypoxemia development.

Keywords: morbid obesity; artificial pulmonary ventilation, intraabdominal pressure; pressure of abdominal perfusion; hypoxemia.

За даними ВООЗ у 2016 р. понад 1,9 мільярда дорослого населення старше 18 років мали надлишкову масу тіла, а близько 13% дорослого населення планети (11% чоловіків і 15% жінок) – ожиріння. З 1975 по 2016 р. кількість хворих з ожирінням у всьому світі зростає більше ніж удвічі. У цілому у світі від наслідків надмірної маси тіла і ожиріння помирає більше людей, ніж від наслідків аномально низької маси тіла. Число людей з ожирінням перевищує число людей зі зниженою масою тіла; такий стан справ спостерігається в усіх регіонах, крім деяких районів Африки на південь від Сахари і Азії. Хворі з морбідним ожирінням (МО) відрізняються за багатьма аспектами від хворих з

ожирінням загалом, а у разі виникнення потреби в оперативному втручанні вони мають низку причин для негативного перебігу післяопераційного періоду, одна з них є головною – це дихальні розлади. Припускають, що причиною зниження залишкової ємності легенів під час операції у пацієнтів з МО є внутрішньочеревний тиск (ВЧТ), за рахунок чого відбувається елевация купола діафрагми [1–3]. Пацієнти з МО мають хронічну внутрішньочеревну гіпертензію (ВЧГ) [4]. У разі підвищення ВЧТ знижуються дихальний і залишковий об'єми легенів та збільшується еластичність грудної клітки, що призводить до зниження транспульмонального тиску і, як наслідок, до колапсу

легенів [2]. Не лише підвищення ВЧТ призводить до зниження дихальних об'ємів (ДО). Приплив крові з черевної порожнини в грудну під час операції [5], підняття купола діафрагми під час розкриття черевної стінки і фіксації її на ребрах теж призводять до зменшення ДО [6, 7]. Найголовнішим фактором є підвищення ВЧТ, оскільки найчастіше після відкриття черевної порожнини зростають легеневи комплаєнс і ДО [5].

Мета дослідження: покращити результати штучної вентиляції легенів (ШВЛ) у пацієнтів з МО.

Матеріали і методи дослідження

До даного дослідження залучено 81 хворого, якому виконали лапаротомні баріатричні операції в Національному інституті хірургії та трансплантології імені О. О. Шалімова з 2015 по 2018 р.: рукавну резекцію шлунка – 55, гастрощунтування – 21, біліопанкреатичне шунтування з виключенням дванадцятипалої кишки за Hess–Marceo – 5.

Чоловіків було 30 (37,0%), жінок – 51 (63,0%). Середня маса тіла пацієнтів становила $(149,29 \pm 20,81)$ кг, середній вік – $(45,27 \pm 8,44)$ року. У структурі супутньої патології переважали артеріальна гіпертензія – 81 (100%) пацієнт, цукровий діабет 2-го типу – 34 (42%), синдром обструктивного апное сну – 21 (26%).

Для проведення дослідження оперативне втручання поділили на три умовні етапи: перший – після інтубації і до виконання лапаротомії; другий – після розкриття черевної порожнини; третій – після ушивання лапаротомної рани.

На кожному з етапів вимірювали ВЧТ, середній артеріальний тиск (САТ), парціальне напруження кисню в артеріальній крові (PaO_2). Моніторинг ВЧТ проводили непрямым методом за допомогою трансвезикальної тензометрії згідно з узгодженими рекомендаціями Всесвітнього товариства з вивчення абдомінального компартмент-синдрому (WSACS).

Ступінь ВЧГ оцінювали на основі загальноприйнятої міжнародної класифікації WSACS, згідно з якою визначено, що ВЧГ в межах 12 – 15 мм рт. ст. ($1,59 - 2$ кПа) відповідає I ступеню ВЧГ, 16 – 20 мм рт. ст. ($2,13 - 2,66$ кПа) – II, 21 – 25 мм рт. ст. ($2,79 - 3,33$ кПа) – III, більше 25 мм рт. ст. ($3,33$ кПа) – IV.

Статистичний аналіз проводили з використанням SPSS версії 23.0. Перемінні, які мали ненормальний розподіл, порівнювали з використанням U-тесту Манна–Вітні.

Результати

У пацієнтів з МО після інтубації рівень PaO_2 становив у середньому $(86,9 \pm 24,1)$ мм рт. ст. (мінімально 67,8 мм рт. ст., максимально 146 мм рт. ст.); після лапаротомії – $(121,3 \pm 25,2)$ мм рт. ст. (мінімально 81 мм рт. ст., максимально 183 мм рт. ст.); після зашивання черевної порожнини – від 60,7 до 92 мм рт. ст., у середньому $(69,8 \pm 9,7)$ мм рт. ст. та був достовірно нижчим на етапі після ушивання черевної порожнини (рис. 1).

Найвищий рівень PaO_2 був у пацієнтів після виконання лапаротомії, що пов'язано зі змінами ВЧТ.

Відомо, що пацієнти з МО мають хронічне підвищення ВЧТ із тенденцією до переходу у ВЧГ. Підвищення ВЧТ більше 20 мм рт. ст. супроводжується синдромом поліорганної недостатності, але в умовах компенсації, яку одержали пацієнти з МО в процесі набуття надлишкової маси тіла, в повній мірі даний синдром не розвивається. Найбільш суттєвою у такому процесі компенсації є артеріальна гіпертензія під час операції [7].

ВЧГ в день операції діагностовано у 81 пацієнта. Після розкриття черевної порожнини спостерігали тенденцію зниження ВЧТ у всіх хворих і його підвищення відносно вихідного рівня після зашивання черевної порожнини (рис. 2).

Згідно з класифікацією WSACS на першому і третьому етапах операції рівень ВЧТ відповідав I ступеню ВЧГ, на другому етапі ступінь ВЧГ знизився з II до I. На третьому етапі рівень ВЧТ був достовірно вищий, ніж на першому і другому етапах ($p=0,022$). До розкриття черевної порожнини рівень ВЧТ становив у середньому $(18,3 \pm 1,8)$ мм рт. ст. (мінімально 15,9 мм рт. ст., максимально 19,3 мм рт. ст.); після лапаротомії знизився в середньому до $(15,1 \pm 2,5)$ мм рт. ст. (мінімально 11,5 мм рт. ст., максимально 17 мм рт. ст.); після ушивання черевної порожнини збільшився відносно вихідного рівня до $(21,3 \pm 2,4)$ мм рт. ст. (мінімально 16,5 мм рт. ст., максимально 25 мм рт. ст.). Після ушивання черевної порожнини ВЧТ підвищився у пацієнтів усіх трьох груп. Це, можливо, зумовлено збільшенням набряку і парезом кишечника після виконання оперативного втручання.

Для оцінки рівня вісцеральної перфузії у всіх пацієнтів під час операції розраховували АПТ за формулою: $\text{АПТ}=\text{САТ}-\text{ВЧТ}$.

Оскільки основними показниками адекватності вентиляції були гази артеріальної крові, ми вирішили дослідити залежність PaO_2 від рівня АПТ на етапах хірургічного втручання. В межах проведеного дослідження було виявлено, що рівень АПТ достовірно вищий після виконання лапаротомії ($p < 0,05$), а після ушивання черевної порожнини спостерігали зниження АПТ нижче норми (рис. 3).

Отже, між рівнем АПТ та рівнем PaO_2 існує прямо пропорційний взаємозв'язок: у разі зростання рівня АПТ пропорційно збільшується рівень PaO_2 ($p = 0,01$, $p < 0,05$). Тобто у разі підвищення ВЧТ буде знижуватися PaO_2 за умови стабільності САТ. Показник САТ, який ми підтримували протягом усієї операції, становив у середньому $(85,5 \pm 8,4)$ мм рт. ст. (мінімально 75,5 мм рт. ст., максимально 96,5 мм рт. ст.).

Обговорення

У баріатричній анестезіології найважливішим є підтримання адекватних параметрів газообміну і механіки дихання, що досягається одним з основних методів, яким залишається ШВЛ. Але, окрім параметрів вентиляції, на показники PaO_2 впливає ВЧТ. Про цей аспект, пов'язаний з ожирінням, забувати не слід, оскільки даний показник потребує корекції для забезпечення нормального газообміну.

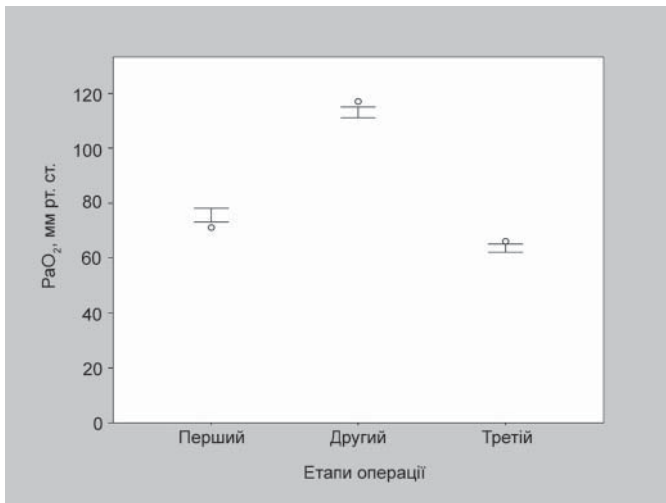


Рис. 1.
Динаміка показників PaO₂ у хворих з МО на різних етапах операції.

АПТ – важливий показник вісцеральної перфузії [7]. За ним не лише констатують факт ВЧГ, а й судять про адекватність кровотоку в органах черевної порожнини. АПТ вивчали як «кінцевий показник» ефективності реанімаційних заходів у ряді клінічних досліджень [8].

Елевація куполів діафрагми за наявності ВЧГ призводить до підвищення внутрішньогрудного тиску, внаслідок чого знижується ДО та функціональна залишкова ємність легенів з формуванням ателектазів у їх базальних відділах, погіршуються вентиляційно–перфузійні співвідношення через шунтування малого кола кровообігу, розвиваються гіпоксемія, гіперкапнія та респіраторний ацидоз, знижується загальний динамічний комплаєнс дихальної системи, у першу чергу за рахунок погіршення еластичних властивостей грудної стінки [6]. Також за наявності ВЧГ виникає компресія нижньої порожнистої вени, зниження венозного припливу до серця і, як наслідок, підвищення тиску в малому колі кровообігу. Незалежно від причин, пацієнти з МО більш чутливі до порушень газообміну і механіки дихання, ніж пацієнти з нормальною масою тіла. Зниження залишкового об'єму легенів у даних пацієнтів спричинює більш виражені порушення газообміну, ніж у пацієнтів без ожиріння. Існує думка, що рівень пошкодження дихальної системи під час проведення ШВЛ корелює з рівнем ВЧГ.

Проведені дослідження свідчать, що для зниження смертності оптимальною є підтримка АПТ понад 60 мм рт. ст., або 7,98 кПа, за середнього значення ВЧГ (10 ± 4) мм рт. ст., або (1,33 ± 0,53) кПа [8].

Висновки

1. Хворі з МО мають хронічну ВЧГ.
2. Рівень ВЧГ змінюється на різних етапах оперативного втручання.
3. Показник PaO₂ обернено пропорційно залежить від рівня ВЧГ і прямо пропорційно від рівня АПТ.

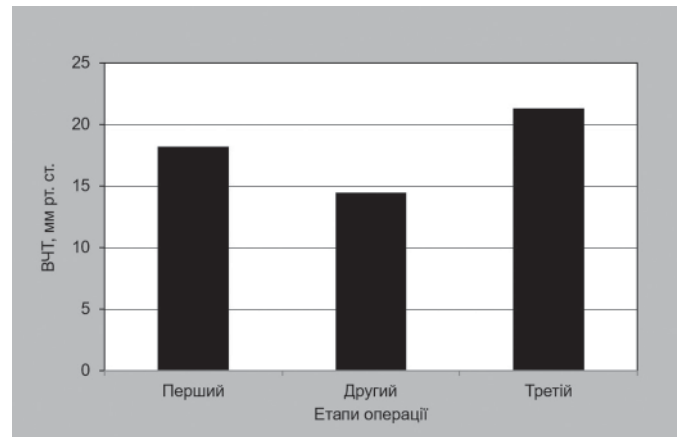


Рис. 2.
Динаміка показників ВЧГ у хворих з МО на різних етапах операції.

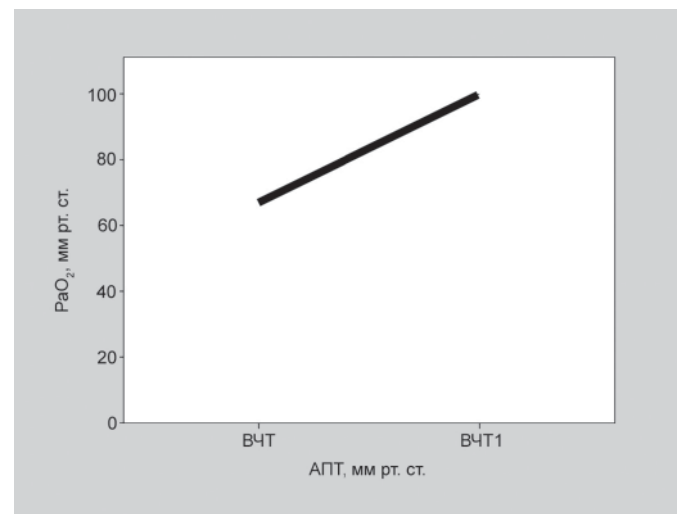


Рис. 3. Залежність рівня PaO₂ від рівня АПТ.

Підтвердження

Фінансування. Це дослідження є фрагментом НДР «Профілактика дихальних ускладнень у пацієнтів з морбідним ожирінням» 2015 – 2018 рр. (державний реєстраційний номер 0114U00714.) Фінансування за рахунок держбюджету.

Внесок авторів. Всі автори зробили однаковий внесок у цю роботу.

Конфлікт інтересів. Автори, які взяли участь в цьому дослідженні, заявили, що у них немає конфлікту інтересів щодо цього рукопису.

Згода на публікацію. Всі автори прочитали і схвалили остаточний варіант рукопису. Всі автори дали згоду на публікацію цього рукопису.

References

1. Buchwald H, Oien DM. Metabolic/bariatric surgery worldwide. *Obes Surg.* 2011; 23(4):427–36. doi: 10.1007/s11695-012-0864-0.
2. Malbrain ML, Chiumello D, Cesana BM, Reintam Blaser A, Starkopf J, Sugrue M, et al. A systematic review and individual patient data meta-

- analysis on intra-abdominal hypertension in critically ill patients: the wake-up project. World initiative on Abdominal Hypertension Epidemiology, a Unifying Project (WAKE-Up!). *Minerva Anesthesiol.* 2014;80:293–306. PMID:24603146.
- De Waele JJ, Malbrain MLNG, Kirkpatrick AW. The abdominal compartment syndrome: evolving concepts and future directions. *Crit Care.* 2015;19:211. doi: 10.1186/s13054-015-0879-8.
 - Lambert DM, Marceau S, Forse RA. Intra-abdominal pressure in the morbidly obese. *Obes Surg.* 2005;15:1225–32. doi:10.1381/096089205774512546.
 - Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM, Ard JD, Comuzzie AG, Donato KA, et al. AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *J Am Coll Cardiol.* 2013;2014:2985–3023. doi: 10.1016/j.jacc.2013.11.004.
 - Kaw R, Pasupuleti V, Walker E, Ramaswamy A, Foldvary-Schafer N. Postoperative complications in patients with obstructive sleep apnea. *Chest.* 2012 Feb;141 (2):436–41. doi:10.1378/chest.11-0283.
 - Katyal N, Bollu PC. *Ventilation, Obesity-Hypoventilation Syndrome.* TreasureIsland (FL): StatPearls Publishing. 2018 Jan. PMID: 29493925.
 - Singh M, Liao P, Kobah S, Wijesundera DN, Shapiro C, Chung F. Proportion of surgical patients with undiagnosed obstructive sleep apnea. *Br J Anaesth.* 2013;110(4):629–36. doi: 10.1093/bja/aes465..

Надійшла 26.05.19